

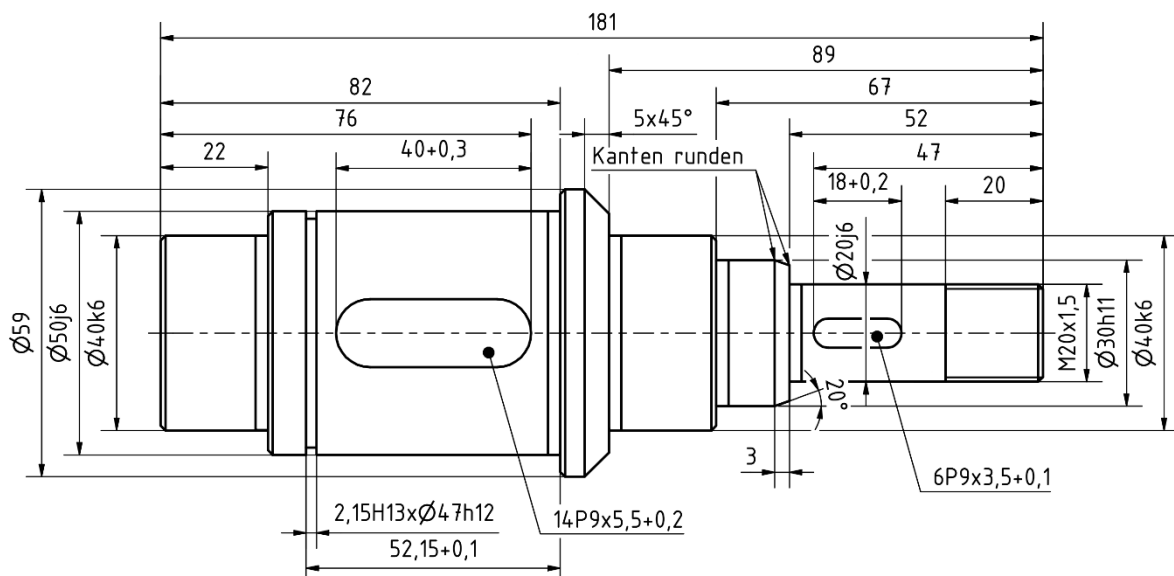
# Zielorientierte Bemaßung

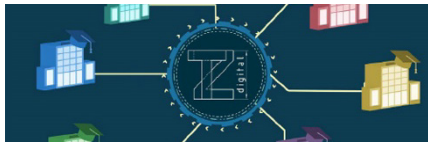
## Fertigungsgerechte Bemaßung

Urheber: Frederike Kossack, Beate Bender, Laura Altland, Jens Bechthold

Lizenz: CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>)

Ausgenommen aus der Lizenz sind Logos und Normen.





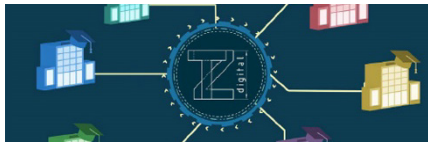
## **1. Einleitung**

## **2. Unterschiedliche Bemaßungsarten**

- 2.1. Funktionsgerechte Bemaßung
- 2.2. Prüfgerechte Bemaßung
- 2.3. Fertigungsgerechte Bemaßung

## **3. Anwendungsbeispiele**

- 3.1. Fertigungsgerechte Bemaßung eines Drehteiles
- 3.2. Bemaßung und Fertigungsschritte einer Nut
  - 3.2.1. 1. Möglichkeit für die Fertigung einer Nut
  - 3.2.2. 2. Möglichkeit für die Fertigung einer Nut
- 3.3. Bemaßung und Fertigungsschritte einer Aussparung
- 3.4. Bemaßung und Fertigungsschritte der Kontur eines Frästeiles
  - 3.4.1 Sinnvolle Bemaßung unter Berücksichtigung der Fertigungsschritte
  - 3.4.2 Ungeeignete Bemaßung ohne Berücksichtigung der Fertigungsschritte
- 3.5. Bemaßung und Fertigungsschritte von Aussparungen an einem Frästeil
- 3.6. Bemaßung und Fertigungsschritte einer Welle
  - 3.6.1. Fertigung an einer Drehmaschine
  - 3.6.2. Fertigung der Passfedern an einer Fräsmaschine
- 3.7 Unterschiede bei der Bemaßung der Fertigungsschritte Bohren und Fräsen
  - 3.7.1 Fertigung von Bohrungen an einer Bohrmaschine
  - 3.7.2 Fertigung von Bohrungen an einer Fräsmaschine



## 1. Einleitung

Auf den folgenden Seiten werden die wesentlichen Aspekte für eine fertigungsgerechte Bemaßung anhand der Fertigungsverfahren Drehen, Fräsen und Bohren mithilfe von Anwendungsbeispielen erklärt.

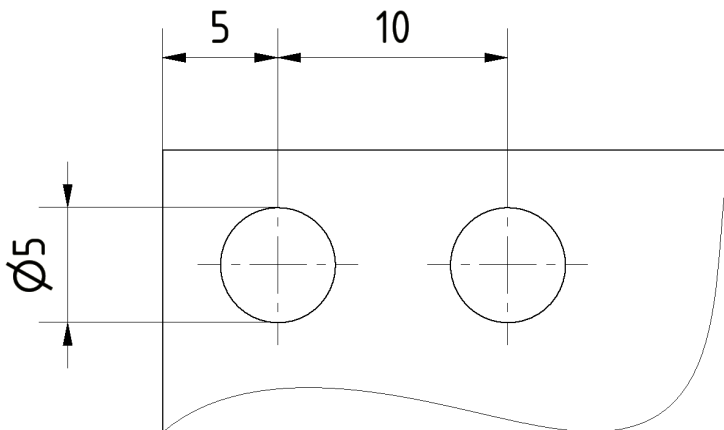
Zu Beginn gibt es des Weiteren zum besseren Verständnis einen kurzen Überblick über die unterschiedlichen Bemaßungsarten und deren wichtigsten Eigenschaften.

## 2. Unterschiedliche Bemaßungsarten

Zur Erstellung einer Technischen Zeichnung gibt es verschiedene Möglichkeiten, ein Bauteil zu bemaßen. Bei der Wahl der Maßeintragung sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Es wird zwischen funktions-, fertigungs- und prüfgerechter Bemaßung unterschieden. Allerdings ist es auch möglich, diese Bemaßungsarten miteinander zu kombinieren.

### 2.1 Funktionsgerechte Bemaßung

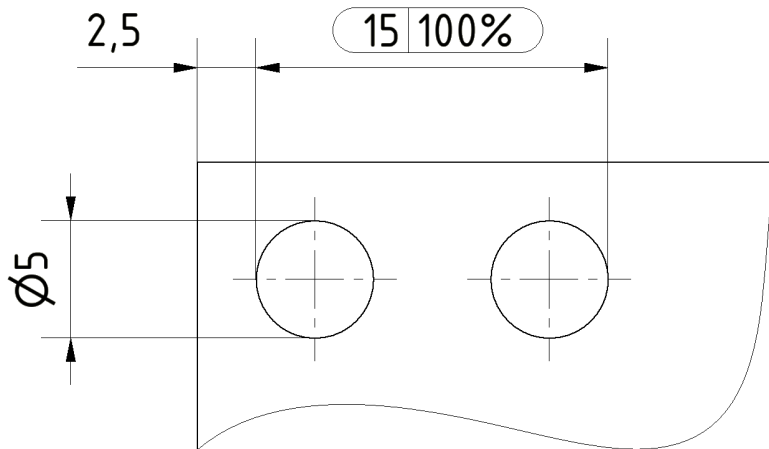
Bei der funktionsgerechten Bemaßung geht es darum, die Funktion des Bauteiles im Zusammenhang mit anderen Bauteilen oder Baugruppen einzuhalten. Bei dieser Bemaßungsart werden aufgrund dessen alle relevanten Maße so gewählt, dass die für den Zweck erfüllenden notwendigen Toleranzen eingehalten werden. Zum Beispiel müssen die Abstände und die Toleranzen zwischen den einzelnen Bohrungen bei einem Bauteil mit mehreren Bohrungen, das mit einem anderen Bauteil zusammengeschraubt wird, gewährleistet sein. Daher wird jeweils der Abstand zwischen den Bohrungen bemaßt.



**Darstellung einer funktionsgerechten Bemaßung**

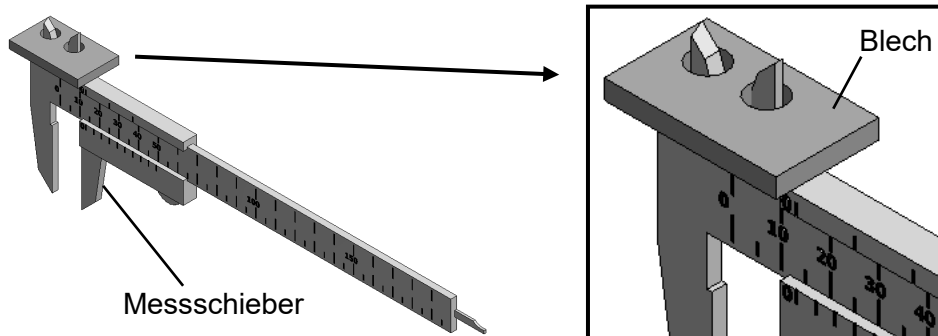
## 2.2 Prüfgerechte Bemaßung

Die prüfgerechte Bemaßung wird angewendet, wenn wesentliche Maße nach der Fertigung überprüft werden sollen. Dies dient zur Steigerung der Qualität des Bauteiles.

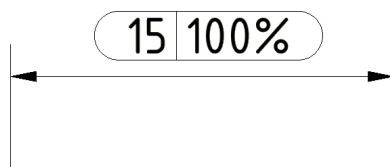


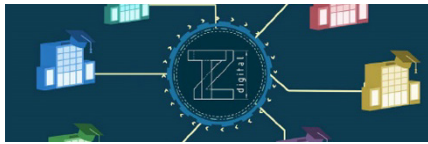
**Darstellung einer prüfgerechten Bemaßung**

Auf der Zeichnung ist der äußere Abstand der Durchmesser der Bohrungen ein Prüfmaß. Ob dieses Maß eingehalten wird, kann zum Beispiel mithilfe eines Messschiebers überprüft werden.



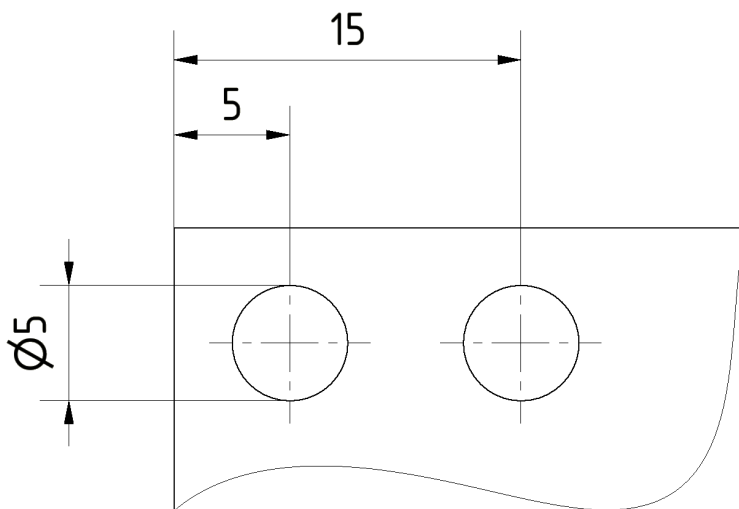
Oft werden diese Maße in einem ovalen Rahmen dargestellt. Hierbei steht in der linken Spalte das einzuhaltende Prüfmaß und in der rechten Spalte die Prozentzahl, aus der hervorgeht, wie viel Prozent der gefertigten Bauteile geprüft werden.





### 2.3 Fertigungsgerechte Bemaßung

Bei der fertigungsgerechten Bemaßung erfolgt die Maßeintragung so, dass das Bauteil ohne Rechenaufwand gefertigt werden kann. Bei dieser Bemaßungsart werden somit alle relevanten Maße gesetzt, die für die Fertigung notwendig sind. Hierbei werden mögliche Fehler vermieden, die bei der Berechnung von Maßen entstehen könnten. Die Person, die die Zeichnung erstellt, muss dementsprechend wissen, wie das Bauteil gefertigt wird. Um ein Bauteil fertigungsgerecht zu bemaßen, gibt es Maßbezugskanten. Für Bauteile, die gefräst werden, wird für jede Koordinate (X, Y, Z) eine Maßbezugskante gewählt. Bei Drehteilen sind die Stirnseiten die Maßbezugskanten. Von dort aus erfolgt die Maßeintragung der Wellenabsätze bis zum größten Durchmesser der Welle. Zudem wird der Durchmesser für jeden Wellenabsatz bemaßt.

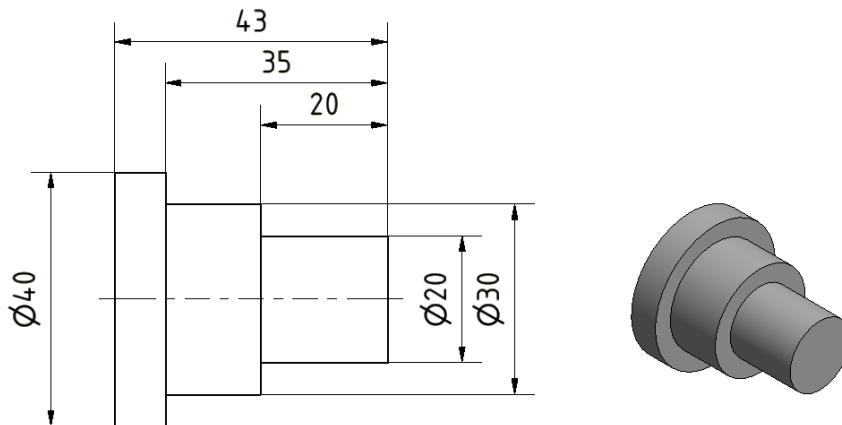


**Darstellung einer fertigungsgerechten Bemaßung**

### 3. Anwendungsbeispiele

Die fertigungsgerechte Bemaßung ist die vorzuziehende Bemaßungsvariante. Bereits bei der Erstellung von Technischen Zeichnungen wird festgelegt, wie das Bauteiles gefertigt wird. Im Folgenden werden die Fertigungsschritte anhand von fertigungsgerechten Zeichnungen beschrieben.

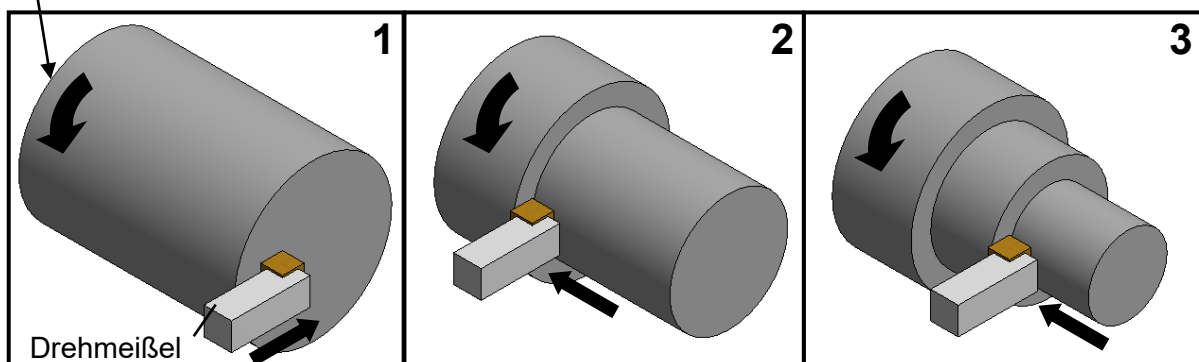
#### 3.1 Fertigungsgerechte Bemaßung eines Drehteiles

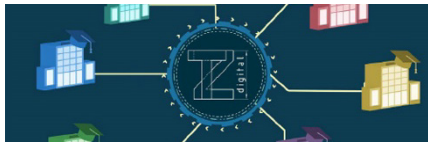


Für dieses Beispiel wird ein Rundstahl mit einem Durchmesser von  $> 40$  mm und einer Länge von  $> 43$  mm ausgewählt.

Dieser wird zunächst von links in das Dreibackenfutter einer Drehmaschine eingespannt. Daraufhin wird die rechte Stirnseite plangedreht (1). Die plangedrehte Stirnseite ist die Maßbezugs-kante. Von dort aus wird die Längsskala auf 0 gestellt. Nun erfolgt die Fertigung der einzelnen Absätze bis zum Absatz mit dem größten Durchmesser. Der erste Absatz wird mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Länge von 35 mm gedreht (2). Nachdem der erste Absatz gefertigt wurde, wird von der ersten Maßbezugs-kante aus der zweite Absatz mit einem Durchmesser von 20 mm und einer Länge von 20 mm gedreht (3).

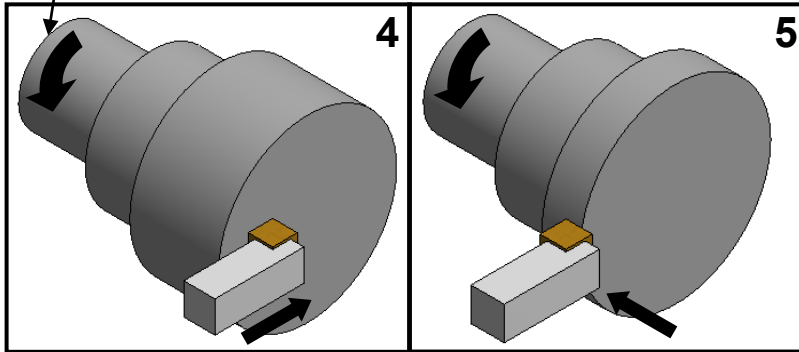
Einspannen in das Dreibackenfutter





Das Drehteil wird umgespannt und auf dem Absatz mit einem Durchmesser von 20 mm in das Dreibackenfutter eingespannt. Nun wird das Drehteil auf die Gesamtlänge von 43 mm plangedreht (4). Anschließend wird der größte Absatz mit einem Durchmesser von 40 mm gefertigt (5).

Einspannen in das Dreibackenfutter

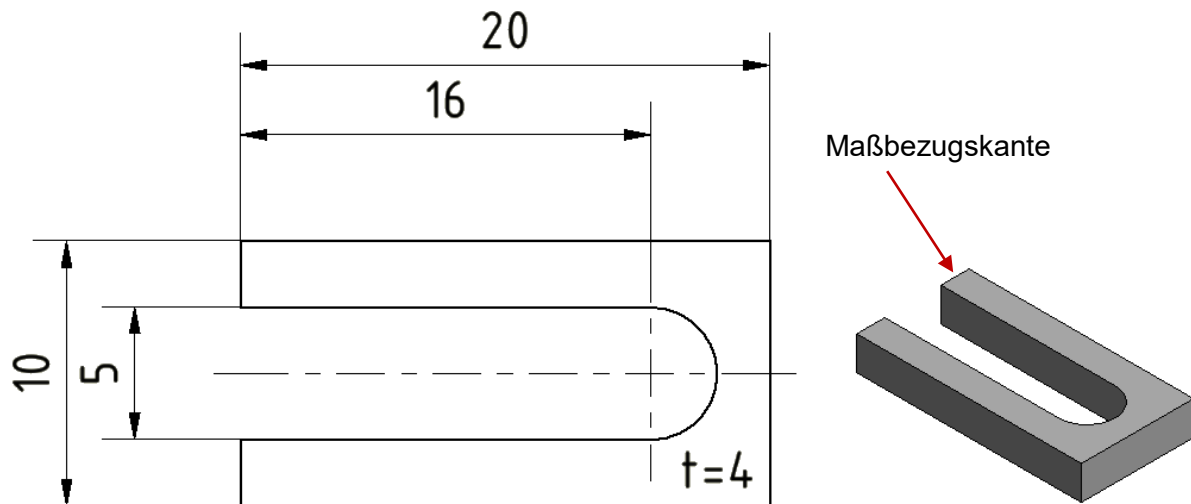


### 3.2 Bemaßung und Fertigungsschritte einer Nut

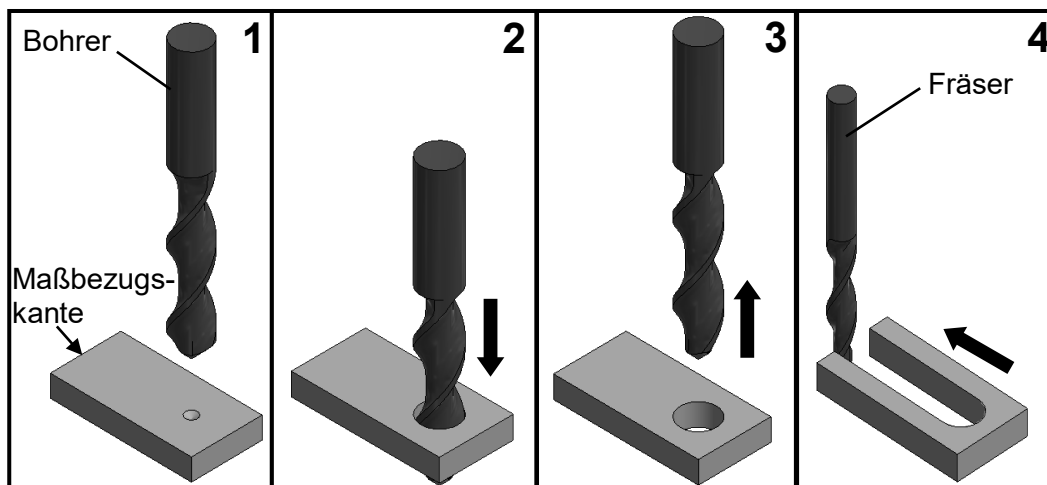
In diesem Beispiel werden zwei unterschiedliche Möglichkeiten für die Bemaßung einer Nut gezeigt, bei denen das jeweilige Fertigungsverfahren berücksichtigt wird.

#### 3.2.1 1. Möglichkeit für die Fertigung einer Nut

Bei dieser Technischen Zeichnung wurde die Position des Mittelpunktes der Rundung am Ende der Nut bemaßt. Die linke Kante des Bauteiles in die Maßbezugs-kante.



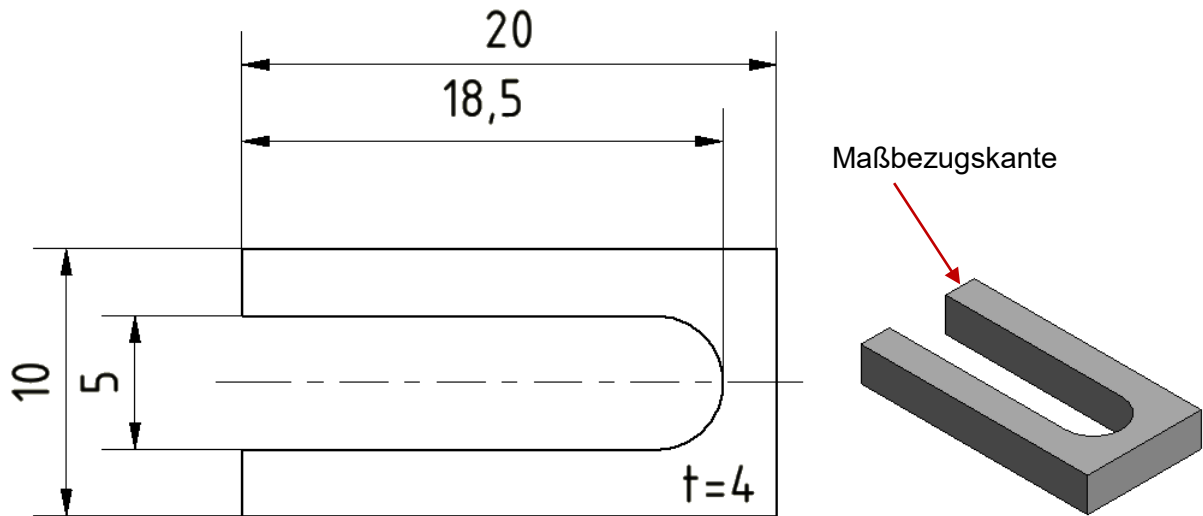
Zur Erstellung des Langloches wird zunächst der Mittelpunkt des Halbkreises, der einen Abstand von 16 mm von der Maßbezugs-kante hat, angerissen und angekörnt oder mit der Fräsmaschine nach Skalen angefahren (1). Danach wird an dieser Stelle ein Loch mit einem Durchmesser von 5 mm gebohrt (2, 3). Anschließend wird die Nut durch Ausfräsen gefertigt (4).



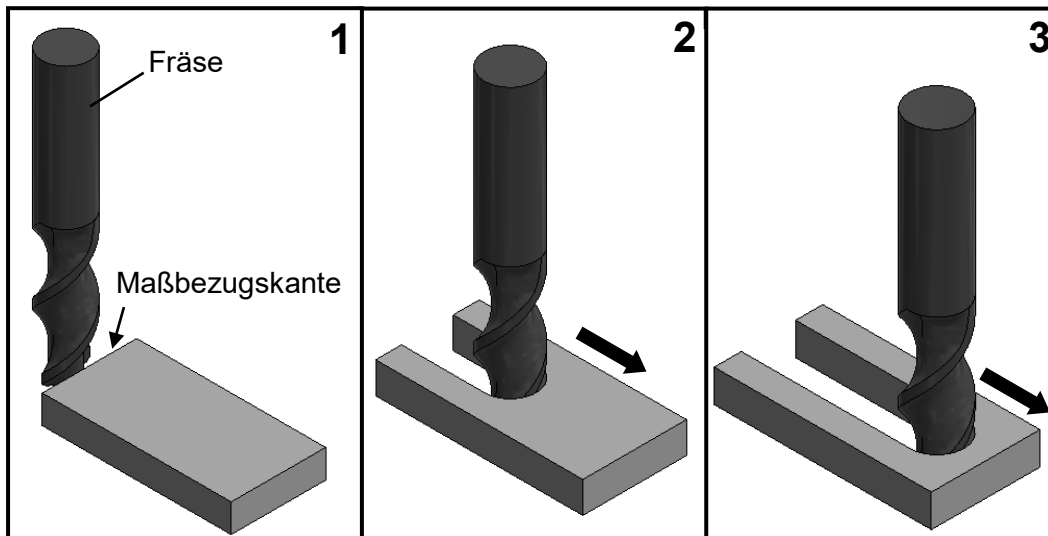


### 3.2.2 2. Möglichkeit für die Fertigung einer Nut

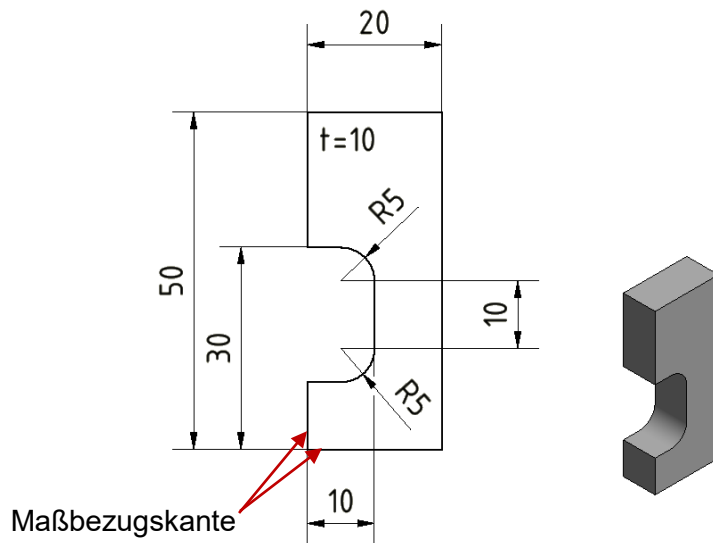
Bei dieser Bemaßungsvariante wurde die Gesamtlänge der Nut bemaßt.



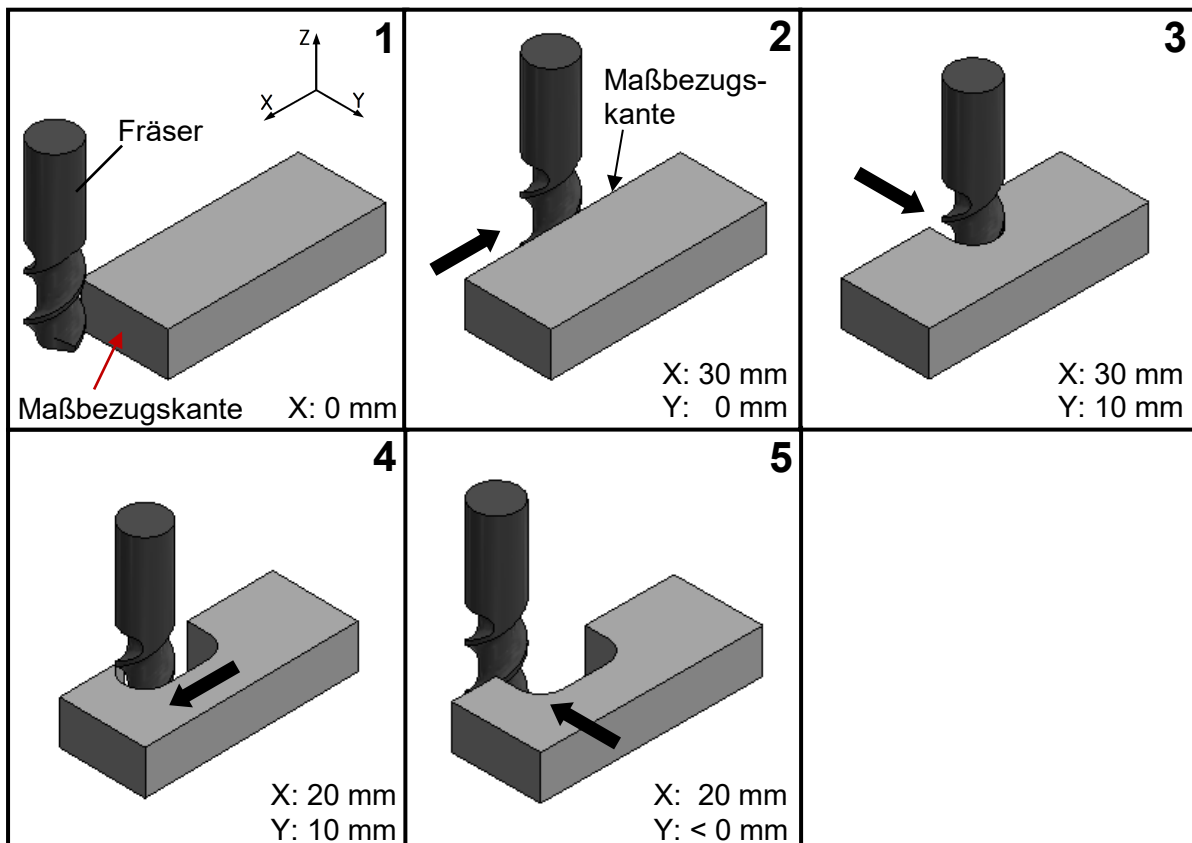
Zur Fertigung der Nut wird zunächst die linke Seite mit einem 5 mm Fräser angefahren und angekratzt (1). Diese Kante ist die Maßbezugskante. Daraufhin wird der Fräser von der Maßbezugskante um 18,5 mm nach rechts in das Bauteil hineingefahren (2, 3).



### 3.3 Bemaßung und Fertigungsschritte einer Aussparung



Das zu fertigende Bauteil ist 50 mm hoch, 20 mm breit und 10 mm tief. Die Aussparung wird auf einer Fräsmaschine gefertigt. Aufgrund der Radien in der Aussparung wird ein Fräser mit einem Durchmesser von 10 mm verwendet. Die untere Kante wird angekratzt und die Skala in X-Richtung auf 0 gestellt (1). Diese Kante ist eine Maßbezugs-kante. Nun verfährt der Fräser um 30 mm in X-Richtung (2). Die linke Kante, die die Maßbezugs-kante in Y-Richtung ist, wird angekratzt und die Skala auf 0 gestellt. Der Fräser wird nun um 10 in das Bauteil hineingefahren (3). Danach wird die Breite der Aussparung gefertigt, indem der Fräser um 10 mm entlang der X-Koordinate zurückfährt (4). Zur Fertigstellung der Aussparung fährt der Fräser entlang der Y-Koordinate um  $>10$  mm aus der gefertigten Aussparung heraus (5).

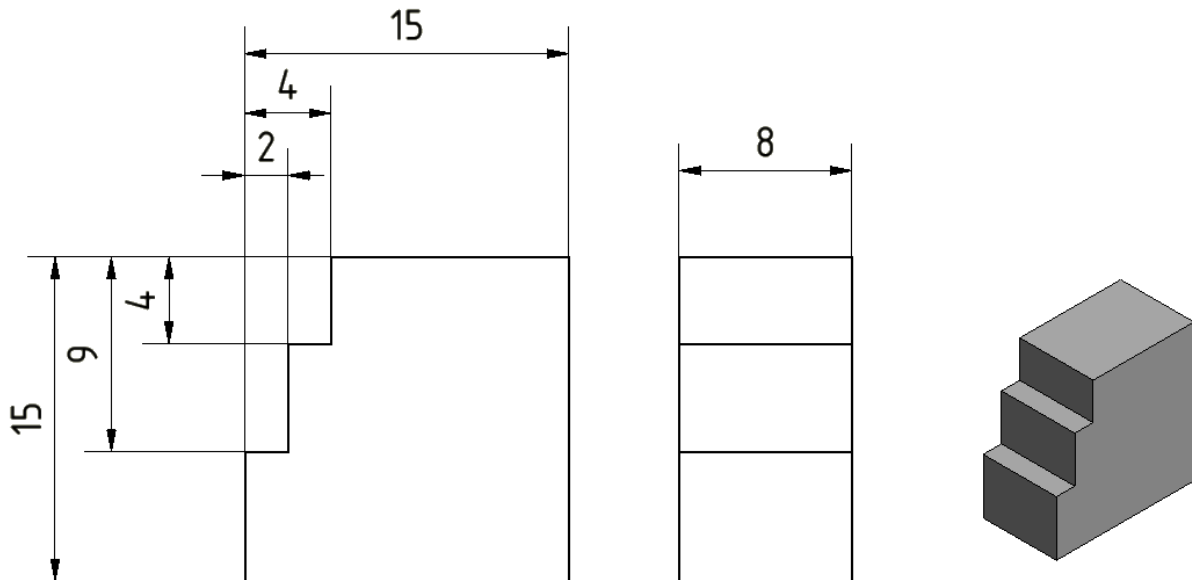


### 3.4 Bemaßung und Fertigungsschritte der Kontur eines Frästeiles

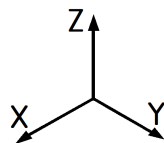
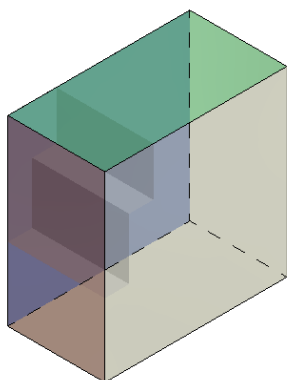
Bei dem folgenden Beispiel werden zwei Varianten für die Wahl der Maßbezugskanten miteinander verglichen.

#### 3.4.1 Sinnvolle Bemaßung unter Berücksichtigung der Fertigungsschritte

Gegeben ist ein Bauteil mit einer Außenkontur von 15x15x8 mm. In dieses Bauteil soll eine stufenähnliche Kontur gefertigt werden.

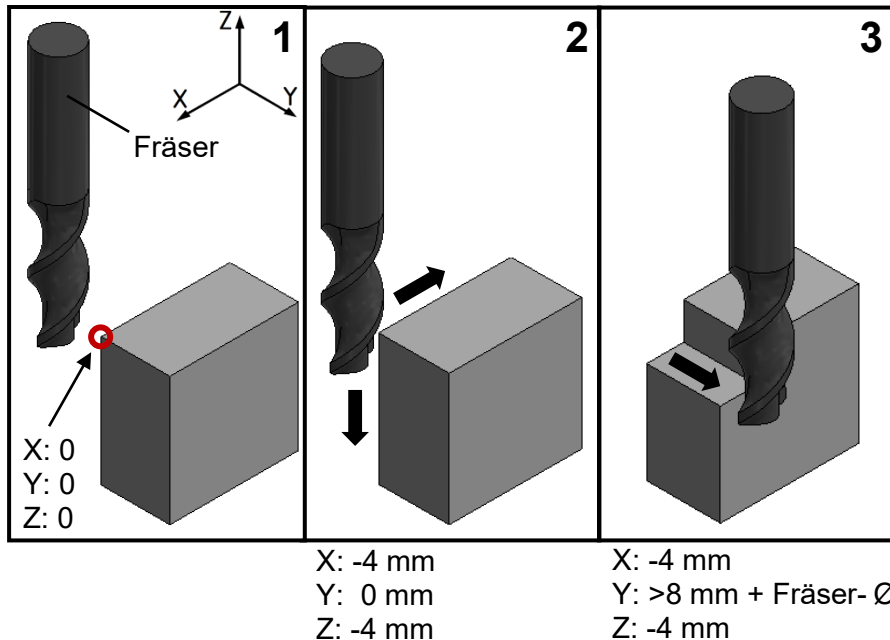


Anhand der Bemaßung in der Technischen Zeichnung sind die Maßbezugskanten für die Koordinaten in X- und in Z-Richtung zu erkennen. Dort wird der Fräser angefahren und angekratzt. In Y-Richtung ist die Maßbezugskante nicht eindeutig, da in Y-Richtung nur ein Maß vorhanden ist. Daher kann die Maßbezugskante ausgewählt werden. In diesem Fall wird die hintere Fläche gewählt.

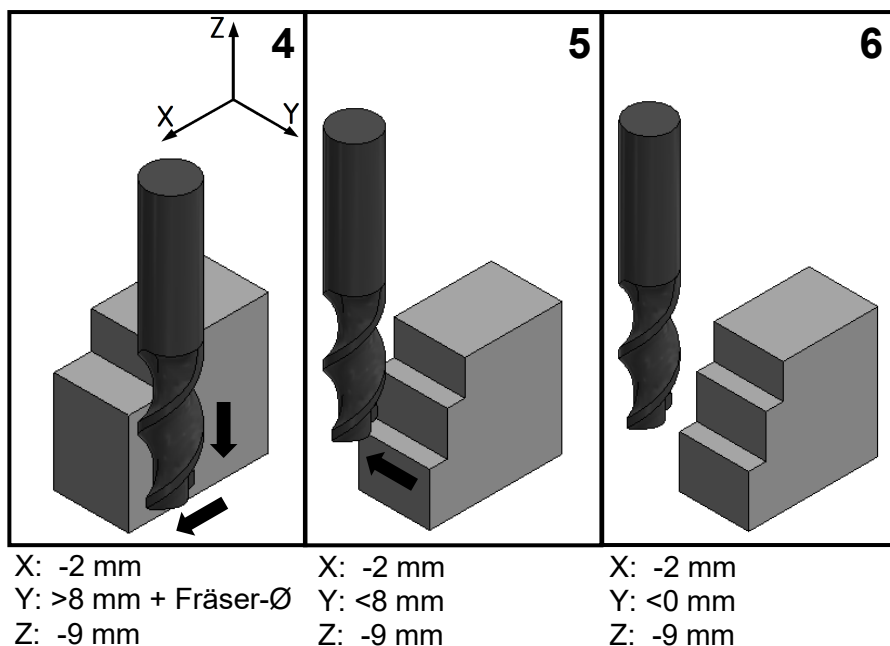


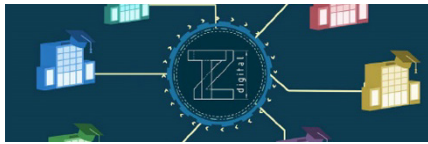
Rot = Maßbezugskante für die X-Koordinate  
 Blau = Maßbezugskante für die Y-Koordinate  
 Grün = Maßbezugskante für die Z-Koordinate

Dementsprechend ist die Maßbezugs-kante für jede Koordinate festgelegt (1). Für den ersten Bearbeitungsschritt verfährt der Fräser von den Maßbezugs-kanten aus um 4 mm nach rechts (X-Achse) und 4 mm nach unten (Z-Achse) (2). Beide Maße für den Verfahrweg des Fräasers können direkt aus der Technischen Zeichnung entnommen und an der Maschine abgelesen werden. Danach beginnt der erste Spanvorgang, für den der Fräser nach vorne (Y-Achse) fährt (3). Die Länge des Weges beträgt  $>8$  mm, mehr als die gesamte Breite des Bauteiles. Zusätzlich muss dabei der Durchmesser des Fräasers berücksichtigt werden, der dazu addiert wird.



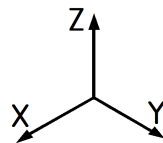
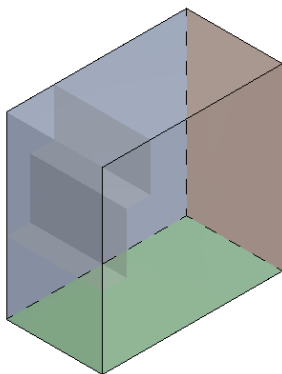
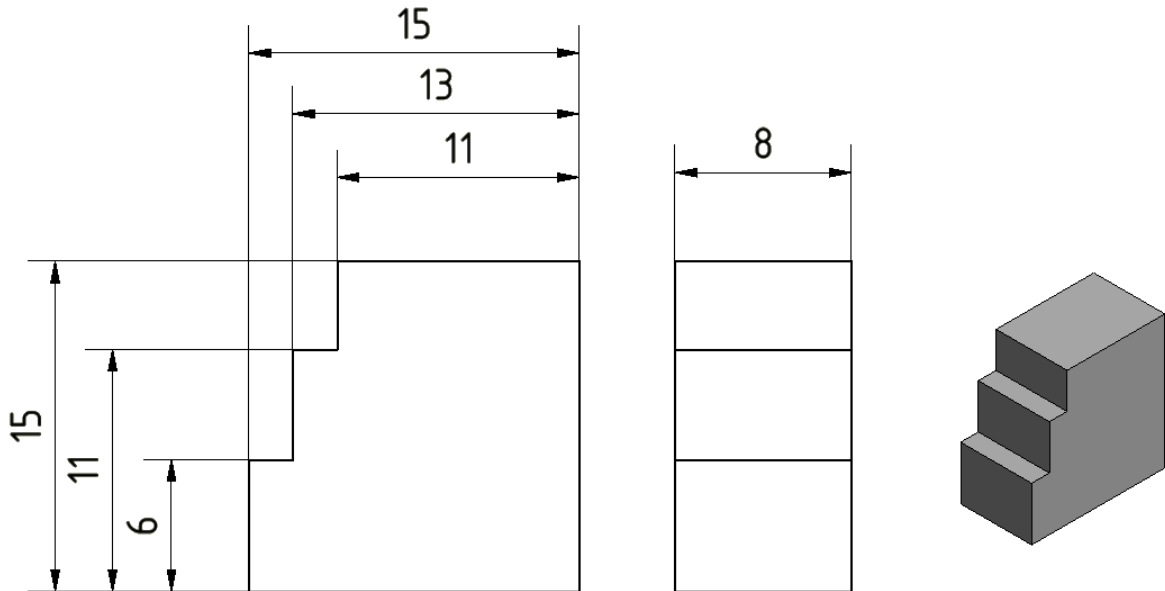
Für die weitere Fertigung der stufenähnlichen Aussparung verfährt der Fräser um 2 mm nach links, sodass die X-Koordinate -2 mm beträgt. Zudem fährt er in Z-Richtung um 5 mm nach unten. Die Z-Koordinate beträgt -9 mm (4). Beide Koordinaten für die Position des Fräasers können direkt aus der Technischen Zeichnung entnommen werden. Bei dem letzten Bearbeitungsschritt wird die zweite Stufe der Kontur durch Verfahren des Fräasers in Y-Richtung um  $>8$  mm gespannt. Die Y-Koordinate beträgt während des Fräsvorganges  $<8$  mm (5). Die Länge des Weges in Y-Richtung beträgt  $>8$  mm + Fräser- $\varnothing$ . Zusätzlich muss beachtet werden, dass der Fräser nicht am Bauteil anliegt (6).





### 3.4.2 Ungeeignete Bemaßung ohne Berücksichtigung der Fertigungsschritte

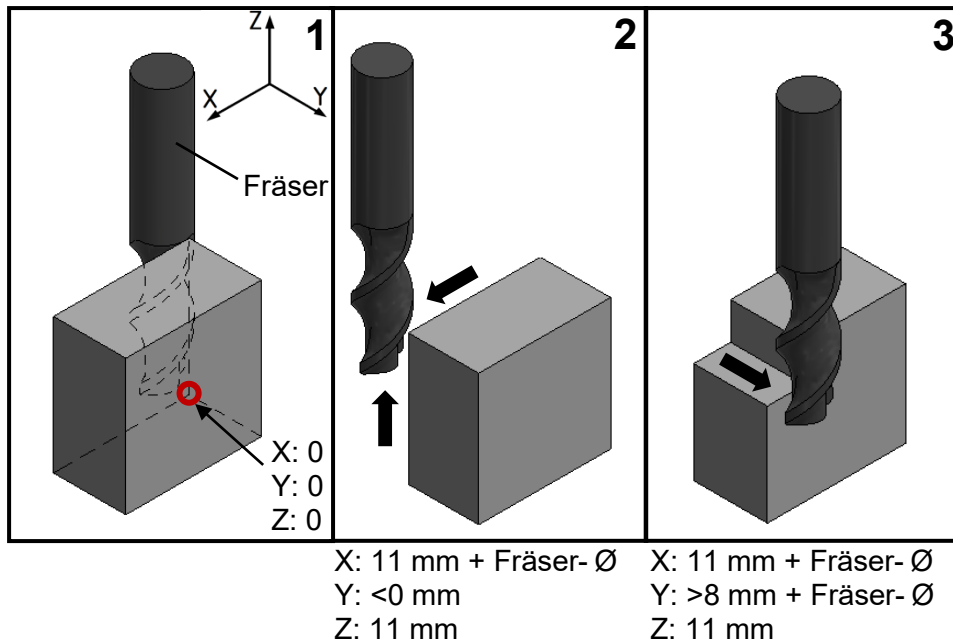
Im Vergleich zu dem vorherigen Bemaßungsbeispiel werden die Fertigungsschritte hier nicht mitberücksichtigt.



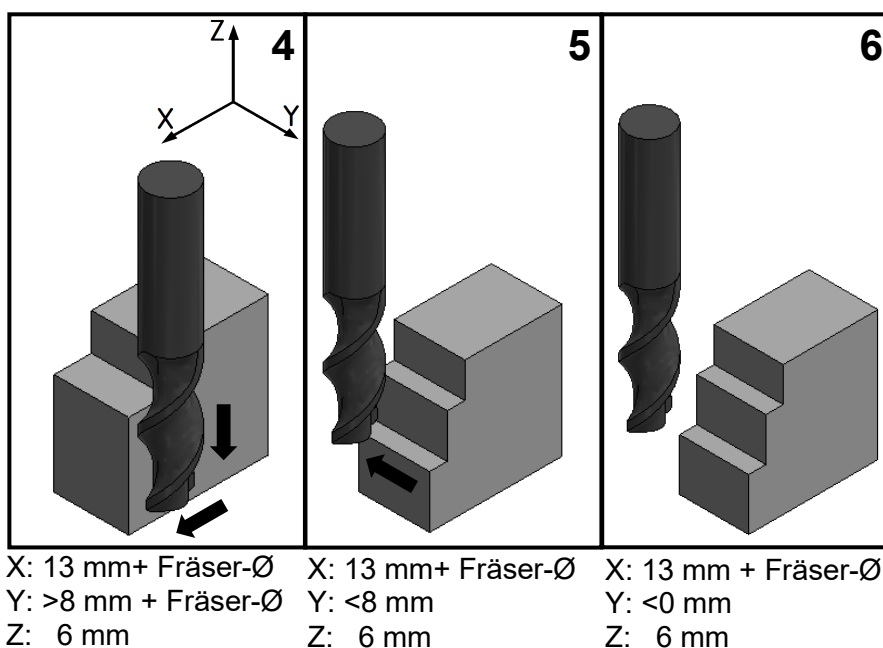
Rot = Maßbezugs-kante für die X-Koordinate  
Blau = Maßbezugs-kante für die Y-Koordinate  
Grün = Maßbezugs-kante für die Z-Koordinate

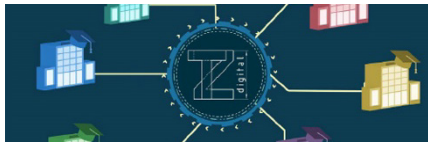
Die Maßbezugs-kanten werden somit nicht sinnvoll festgelegt. Dementsprechend muss der Durchmesser des Fräsers bei allen Fertigungsschritten dazu addiert werden.

Für den ersten Bearbeitungsschritt verfährt der Fräser von den Maßbezugskanten aus um 11 mm + Fräser-Ø nach links (X-Achse) und 11 mm nach oben (Z-Achse) (2). Für den ersten Spanvorgang verfährt der Fräser nach vorne (Y-Achse). Die Länge des Weges beträgt mehr als die gesamte Breite des Bauteiles. Hierbei ist der Durchmesser des Fräasers ebenfalls zu beachten, der dazu addiert werden muss. So ergibt sich eine Gesamtstrecke in Y-Richtung von  $>8 \text{ mm} + \text{Fräser-}\varnothing$  (3).



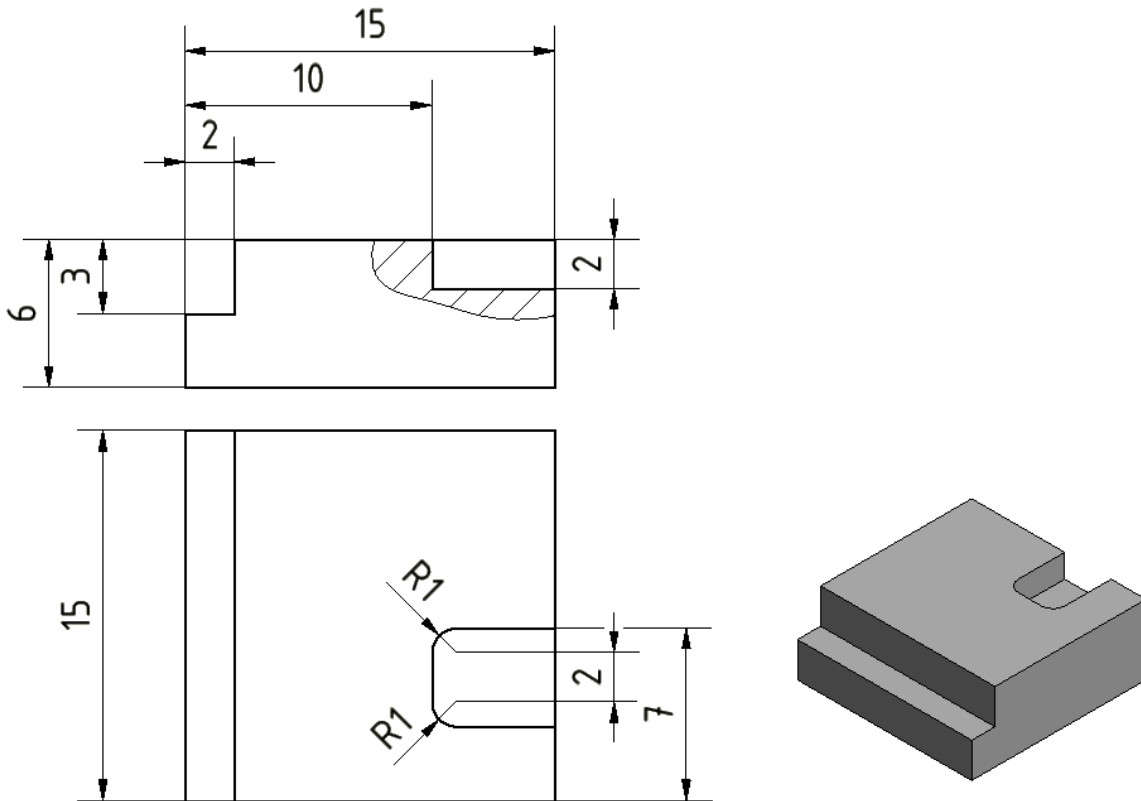
Für die weitere Fertigung der stufenähnlichen Aussparung verfährt der Fräser um 2 mm nach links, sodass die X-Koordinate 13 mm + Fräser-Ø beträgt. Zudem fährt er in Z-Richtung um 5 mm nach unten. Die Z-Koordinate beträgt 6 mm (4). Bei dem letzten Bearbeitungsschritt wird die zweite Stufe der Kontur durch Verfahren des Fräasers in Y-Richtung um  $>8 \text{ mm}$  gespant. Die Y-Koordinate beträgt während des Fräsvorganges  $<8 \text{ mm}$  (5). Die Länge des Weges in Y-Richtung beträgt  $>8 \text{ mm} + \text{Fräser-}\varnothing$ . Zusätzlich muss beachtet werden, dass der Fräser nicht am Bauteil anliegt (6).



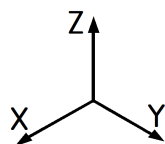
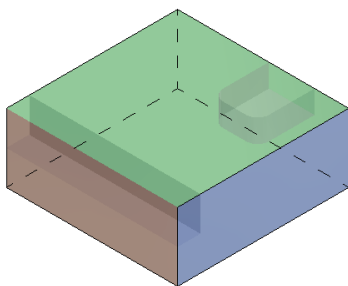


### 3.5 Bemaßung und Fertigungsschritte von Aussparungen an einem Frästeil

Gegeben ist ein Bauteil mit den Außenmaßen 15x15x6 mm, in das zwei Aussparungen gefertigt werden sollen.

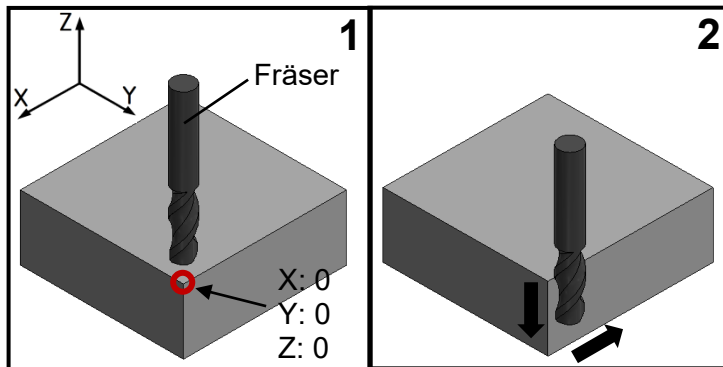


Aus der Technischen Zeichnung können die Maßbezugskanten entnommen werden, an denen ein Fräser vor der spangebenden Bearbeitung angefahren und angekratzt wird. Aufgrund der Rundungen von R1 wird ein Fräser mit einem Durchmesser von 2 mm verwendet.



Rot = Maßbezugskante für die X-Koordinate  
 Blau = Maßbezugskante für die Y-Koordinate  
 Grün = Maßbezugskante für die Z-Koordinate

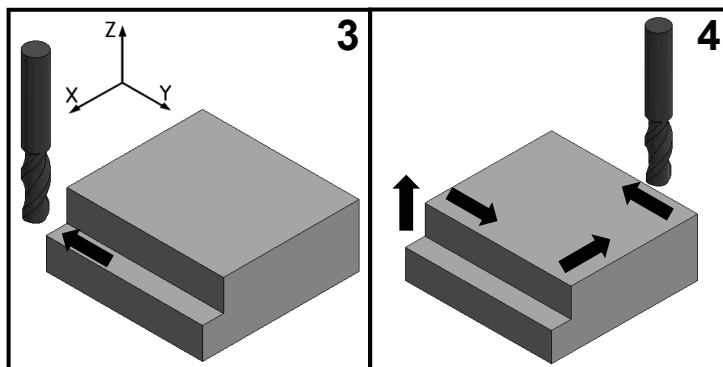
Durch die Festlegung der Maßbezugskanten ist der Nullpunkt für jede Koordinate festgelegt (1). Für die erste Aussparung verfährt der Fräser zunächst um 3 mm nach unten (Z-Achse) und um 2 mm nach rechts (X-Achse) (2).



X: -2 mm  
Y: >0 mm  
Z: -3 mm

Der erste spangebende Vorgang beginnt. Die Maßbezugskante der Y-Koordinate ist dabei der Nullpunkt für die Y-Achse. Der Fräser verfährt um >15 mm (Y-Achse), mehr als die gesamte Breite des Bauteiles, nach hinten (Y-Achse) (3). Zusätzlich muss dabei der Durchmesser des Fräses beachtet werden, sodass der Weg eine Länge von >15 mm + 2mm (Fräser-Ø) beträgt. Der Fertigungsprozess für die erste Aussparung ist beendet.

Für die zweite Aussparung wird der Fräser vom Nullpunkt ausgehend auf eine neue Position gesetzt. Die Koordinaten dafür sind X: - [>15 mm + 2 mm (Fräser-Ø)], Y: -7 mm, Z: >0 mm) (4).

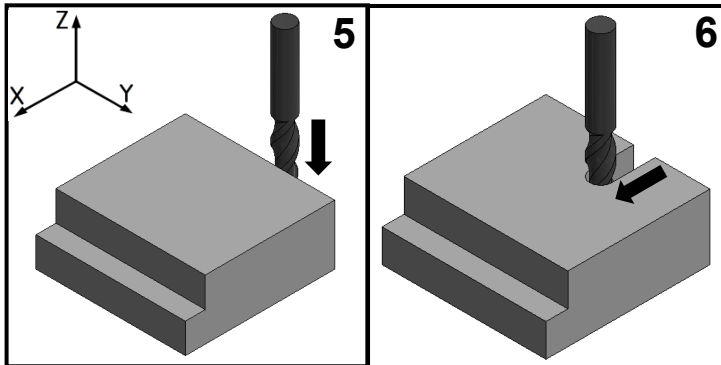


X: -2 mm  
Y: -(>15 mm + 2 mm)  
Z: -3 mm

X: -(>15 mm + 2 mm)  
Y: -7 mm  
Z: >0 mm



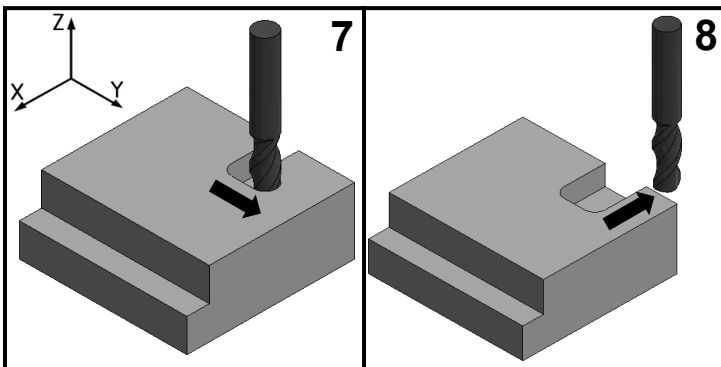
Um die Nut zu fertigen, verfährt der Fräser auf der Z-Achse auf die Position -2 mm (5). Die spangebende Bearbeitung beginnt, indem der Fräser in X-Richtung bis zu der Position  $X = 10 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$  (Fräser-Ø) verfährt (6). Der Durchmesser des Fräasers ist in diesem Fall mit zu berücksichtigen.



X:  $-( > 15 \text{ mm} + 2 \text{ mm} )$   
 Y: -7 mm  
 Z: -2 mm

X:  $-( 10 + 2 \text{ mm} )$   
 Y: -7 mm  
 Z: -2 mm

Für die Erweiterung der Nut verfährt der Fräser um 2 mm nach vorne (Y-Richtung) (7). Der letzte Schritt des Fertigungsprozesses endet mit dem Verfahren des Fräasers in X-Richtung auf die Position  $- [ > 15 + 2 \text{ mm} ]$  (Fräser-Ø) (8). Hierbei ist zu beachten, dass der Fräser nicht am Bauteil anliegt.



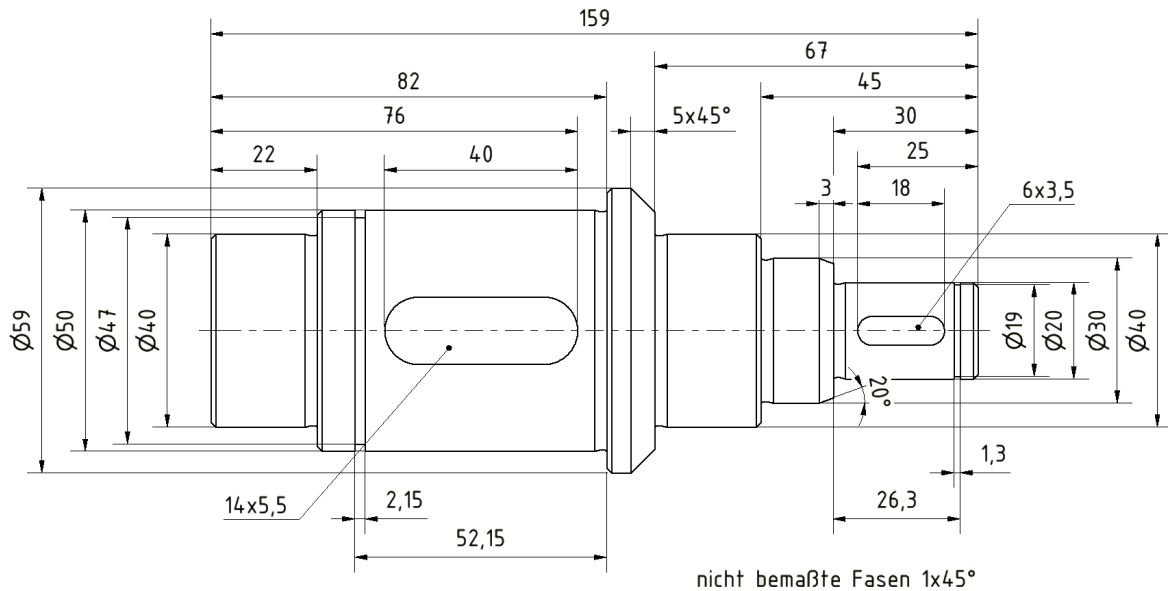
X:  $-( 10 + 2 \text{ mm} )$   
 Y: -5 mm  
 Z: -2 mm

X:  $-( > 15 + 2 \text{ mm} )$   
 Y: -5 mm  
 Z: -2 mm

### 3.6 Bemaßung und Fertigungsschritte einer Welle

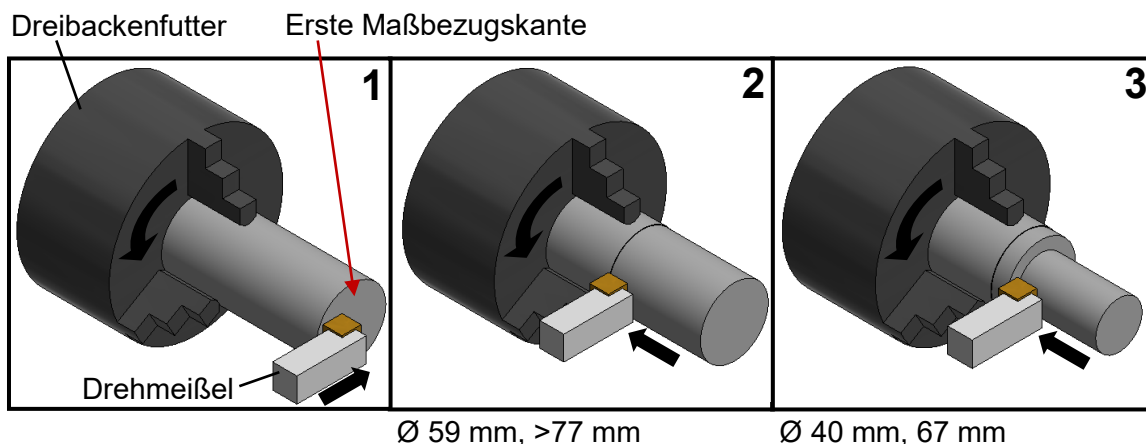
In dem folgenden Beispiel werden die einzelnen Fertigungsschritte einer Welle auf einer manuellen Drehmaschine und einer manuellen Fräsmaschine beschrieben.

#### 3.6.1 Fertigung an einer Drehmaschine

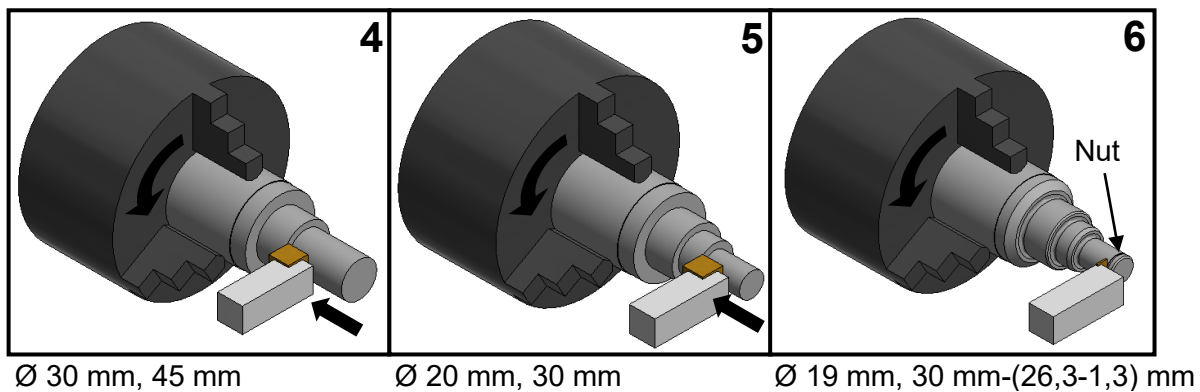


Für die Bearbeitung der Welle wird ein Rundstahl mit einem Durchmesser von 60 mm und einer Länge von 161 mm verwendet. Dieser wird in an der linken Seite in das Dreibackenfutter eingespannt und die Stirnseite wird plangedreht (1). Diese ist die erste Maßbezugs-kante, sodass die Längsskala der Drehmaschine auf 0 gestellt wird. Die Fertigung der einzelnen Absätze erfolgt von jeder Stirnseite aus bis zum Absatz mit dem größten Durchmesser der Welle. Zunächst wird der größte Durchmesser bearbeitet. Hierfür wird bei einem Durchmesser von 59 mm um  $>77$  mm längsgedreht (2). Die Länge des Bearbeitungs-weges von der Maßbezugs-kante aus wird wie folgt festgelegt:  $> [67 \text{ mm} + \text{Breite des größten Absatzes} (159 \text{ mm} - 67 \text{ mm} - 82 \text{ mm} = 10)]$ .

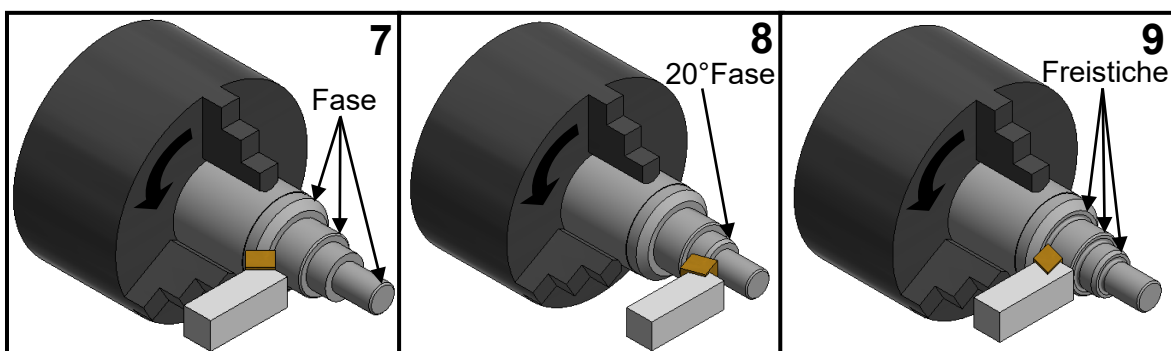
Für die Fertigung des nächstkleineren Absatzes wird von der Maßbezugs-kante aus ein Durchmesser von 40 mm gedreht, der 67 mm breit ist (3).



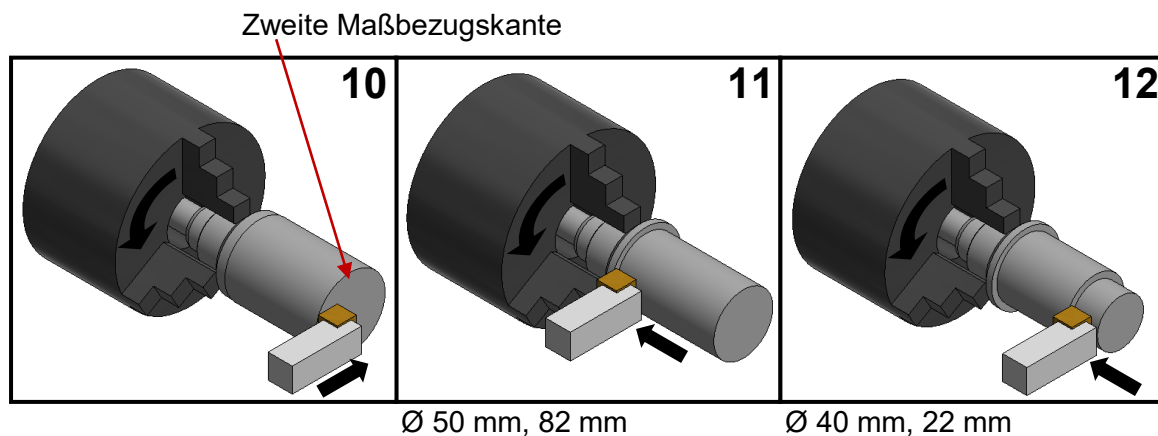
Als nächstes werden die weiteren Absätze ausgehend von der ersten Maßbezugskante erstellt (4, 5). Dabei ist zu beachten, dass immer der nächstkleinere Durchmesser gefertigt wird. So wird zunächst der Durchmesser 30 mm mit einem Fertigungsweg von 45 mm spangebend bearbeitet (4). Danach folgt die Bearbeitung des Wellenendes, welches einen Durchmesser von 20 mm hat und 30 mm breit ist (5). Nachdem alle Wellenabsätze, ausgehend von der ersten Maßbezugskante, bis zum größten Durchmesser der Welle erstellt wurden, wird die Nut auf dem Durchmesser 20 mm des Wellenendes für den Sicherungsring bearbeitet (6). Hierfür wird die Planfläche des nächstgrößeren Absatzes ( $\varnothing$  30 mm) mit einem Stechdrehmeißel angekratzt. Der Stechdrehmeißel wird von dort aus um  $(26,3 - 1,3)$  mm zurückgefahren. Die Nut, die einen Durchmesser von 19 mm hat, wird eingestochen. Aufgrund der benötigten Tolerierung ist ein funktionsgerechtes Maß gewählt worden. In diesem Fall ist eine fertigungsgerechte Bemaßung nicht möglich, sodass sich eine Berechnung nicht vermeiden lässt ( $30 \text{ mm} - (26,3 - 1,3) \text{ mm}$ ).



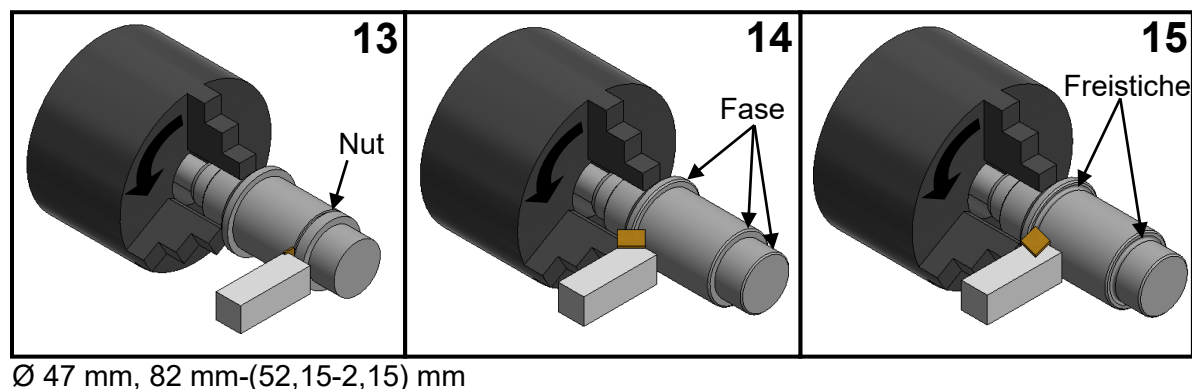
Im nächsten Schritt werden die Fasen mithilfe eines Drehmeißels mit einer um  $45^\circ$  schräg verlaufenden Schneide bearbeitet (7). Die Kante des Wellenabsatzes  $\varnothing$  59 mm wird mit einer  $5 \times 45^\circ$ -Fase und die Absätze  $\varnothing$  40 und  $\varnothing$  20 mm werden jeweils mit einer  $1 \times 45^\circ$ -Fase versehen. Danach wird am Absatz  $\varnothing$  30 eine  $20^\circ$ -Fase mit einer Breite von 3 mm gefertigt (8). Der Winkel der Fase kann durch die Winkeleinstellung des Drehmeißels bestimmt werden. Die Bearbeitung der rechten Seite der Welle endet mit den Freistichen (9). Diese werden mit einem Formdrehmeißel auf den Absätzen ( $\varnothing$  40,  $\varnothing$  30 und  $\varnothing$  20 mm) gefertigt.

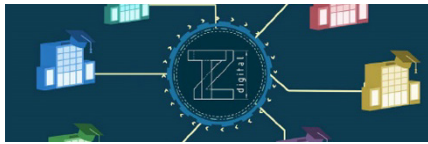


Die Welle wird umgespannt und auf dem Absatz mit dem Durchmesser von 40 mm in das Dreibackenfutter eingespannt. Die Stirnseite, die als zweite Maßbezugskante dient, wird plangedreht und die Skala wird auf 0 gestellt (10). Der erste Absatz bis zum größten Absatz ( $\varnothing 59$  mm) wird gefertigt. Hierfür wird bei einem Durchmesser von 50 mm um 82 mm längsgedreht (11). Es erfolgt die spangebende Bearbeitung des letzten Absatzes, für den bei einem Durchmesser von 40 mm um 22 mm längsgedreht wird (12).



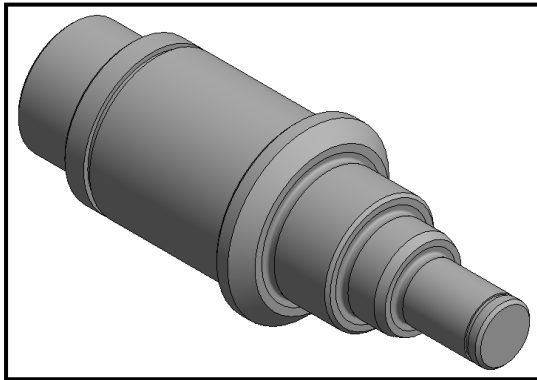
Alle Wellenabsätze, ausgehend von der zweiten Maßbezugskante, wurden gefertigt, sodass die Bearbeitung der Sicherungsnut erfolgt (13). Dazu wird die Planfläche des nächstgrößeren Absatzes ( $\varnothing 59$  mm) mit einem Stechdrehmeißel angekratzt. Der Stechdrehmeißel wird von dort aus um  $(52,15 - 2,15)$  mm zurückgefahren und die Nut wird mit einem Durchmesser von 47 mm eingestochen. Da bei dieser Nut eine Toleranz benötigt wird, ist ein funktionsgerechtes Maß gewählt worden. Eine Berechnung lässt sich aufgrund dessen nicht vermeiden  $(82 \text{ mm} - (52,15 - 2,15) \text{ mm})$ . Der nächste Bearbeitungsschritt ist das Fertigen der  $1 \times 45^\circ$ -Fasen auf den Absätzen  $\varnothing 59$  mm,  $\varnothing 50$  mm und  $\varnothing 40$  mm (14). Der letzte Bearbeitungsschritt auf der Drehmaschine sind die Freistiche auf den Absätzen  $\varnothing 50$  mm und  $\varnothing 40$  mm, die mit einem Formdrehmeißel gefertigt werden (15).



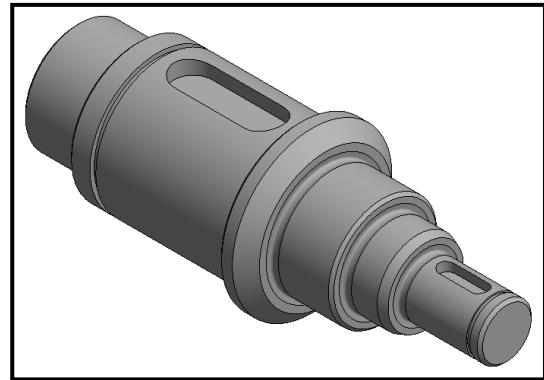


Nachdem alle Fertigungsschritte auf der Drehmaschine beendet wurden, wird das Bauteil aus dem Dreibackenfutter gespannt. Der nächste Schritt ist die Erstellung der Passfedernuten.

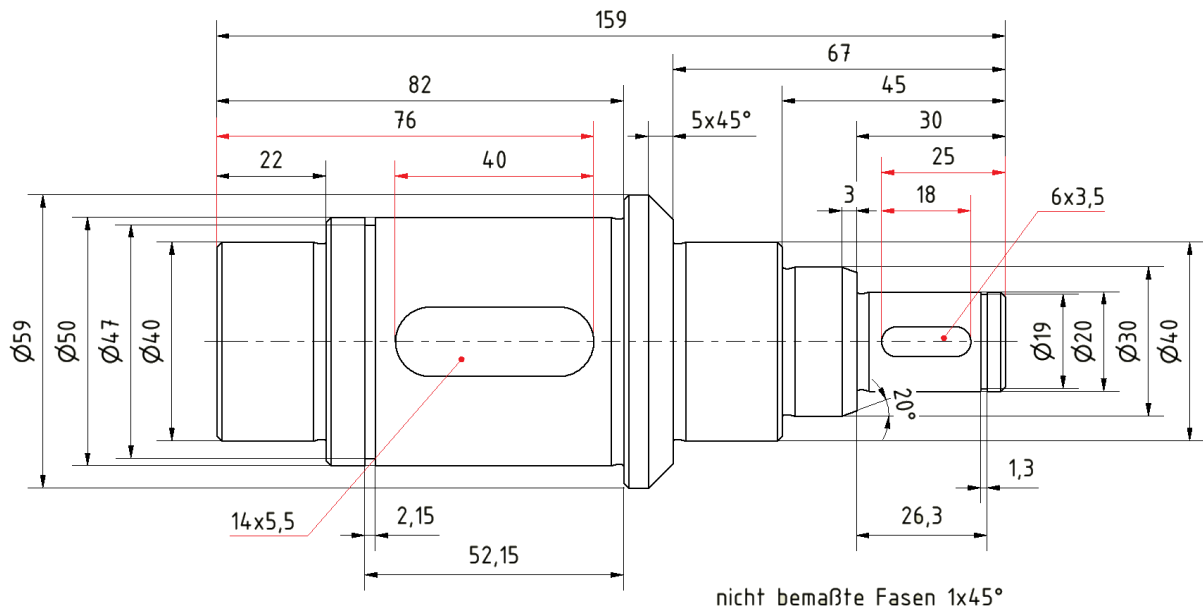
### 3.6.2 Fertigung der Passfedernuten an einer Fräsmaschine



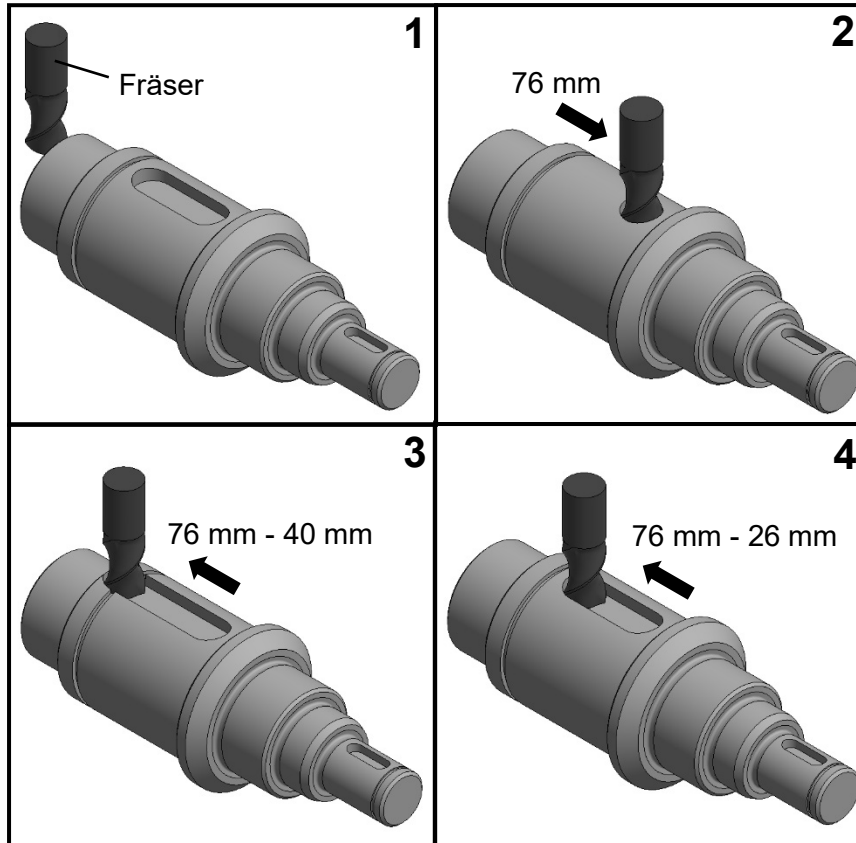
Fertig gedrehte Welle



Welle mit Passfedernuten



Die Passfedernuten werden auf einer Fräsmaschine gefertigt. Allerdings ist bei der Bemaßung zu erkennen, dass die Erstellung der Passfedernuten bei dem Fertigungsprozess nicht ohne Berechnung erfolgen kann. Dies ist beispielhaft an der Fertigung der linken Passfedernut zu erkennen. In diesem Fall ist die linke Stirnseite die Maßbezugsseite.

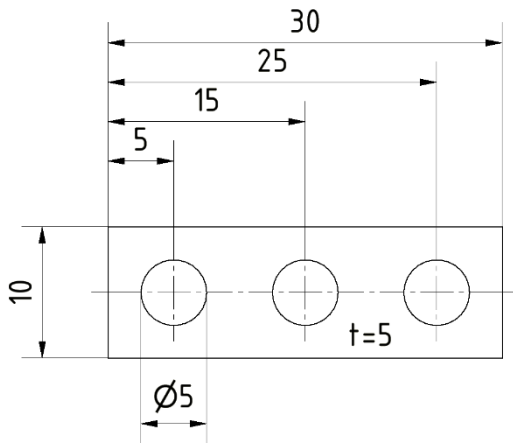


Dort wird ein Fräser mit einem Durchmesser von 14 mm angefahren und angekratzt (1). Der Fräser verfährt um 76 mm nach rechts und fährt um 5,5 mm in die Welle hinein (2). Zur Erstellung der Nut kann der Fräser allerdings nicht 40 mm nach rechts verfahren, da die Passfedernut zu lang werden würde (3). Zur Fertigung der richtigen Länge muss daher der Fräserdurchmesser vom Bearbeitungsweg abgezogen werden ( $40\text{ mm} - 14\text{ mm} = 26\text{ mm}$ ) (4).

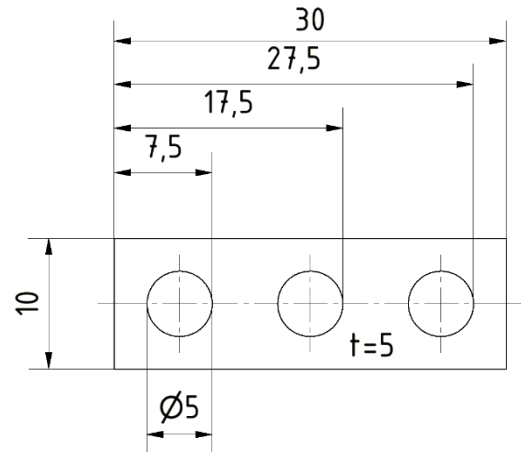
Anhand diesem Beispiel ist ebenfalls zu erkennen, dass unterschiedliche Bemaßungsarten in einer Technischen Zeichnung zusammengefügt werden können. Bei der Bemaßung der Passfedernuten werden die fertigungsgerechte und die funktionsgerechte Bemaßung miteinander kombiniert, da für die Längenbemaßung der Passfeder aufgrund der Tolerierung eine funktionsgerechte Bemaßung benötigt wird.

### 3.7 Unterschiede bei der Bemaßung der Fertigungsschritte Bohren und Fräsen

Bei Bohrungen kann es ebenfalls Unterschiede bei der Bemaßung geben. Dies ist abhängig von dem Fertigungsverfahren. Bohrungen können mithilfe einer Bohrmaschine oder einer Fräsmaschine gefertigt werden.



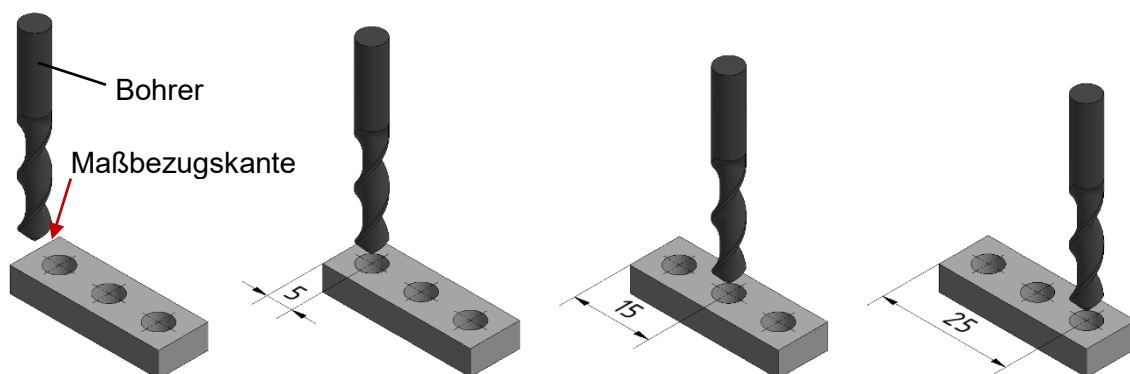
**Bemaßung für die Fertigung an einer Bohrmaschine**

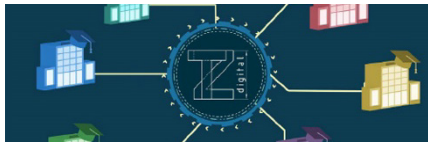


**Bemaßung für die Fertigung an einer Fräsmaschine**

#### 3.7.1 Fertigung von Bohrungen an einer Bohrmaschine

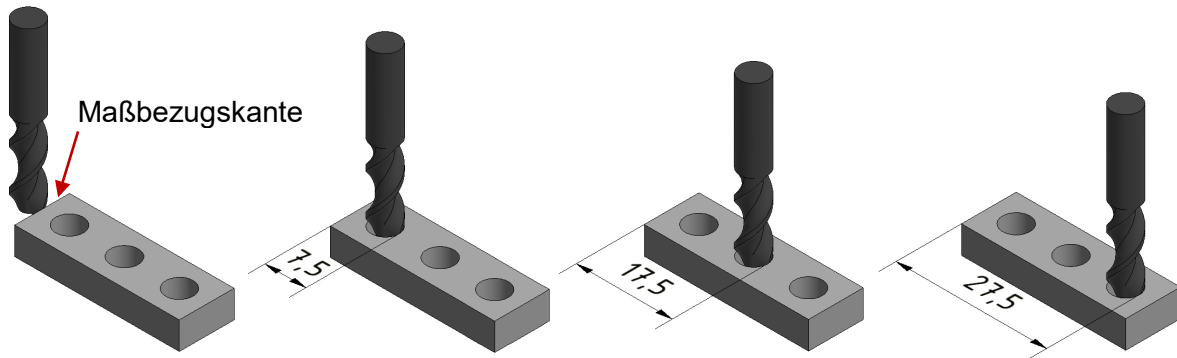
Für die Fertigung der Bohrungen an einer Bohrmaschine werden die Abstände der Mittelpunkte der Bohrungen zur Maßbezugskante bemaßt. Bei diesem Verfahren ist die Maßbezugskante der Nullpunkt, von dem aus der Bohrer zu den einzelnen Mittelpunkten verfährt. Bei diesem Beispiel wird ein Bohrer mit einem Durchmesser von 5 mm verwendet.



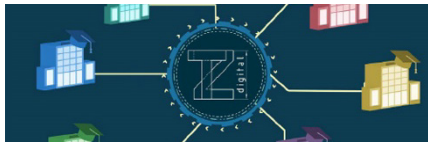


### 3.7.2 Fertigung von Bohrungen an einer Fräsmaschine

Beim Fertigungsverfahren Fräsen erfolgt die Abstandsbemessung tangential am weit entferntesten Punkt des Umfanges der jeweiligen Bohrung zur Maßbezugskante. Hier wird der Fräser an der Maßbezugskante angefahren und angekratzt. Anschließend wird der Fräser um den bemessenen Abstand verfahren. Bei diesem Beispiel wird ein Fräser mit einem Durchmesser von 5 mm verwendet.







Weitere Inhalte und Informationen zu den Themen Fertigung und Bemaßung von Bauteilen finden Sie in den folgenden Dateien:

- Das kleine 1x1 der Bemaßung
- Wellenbearbeitung leicht
- Wellenbearbeitung mittel
- Wellenbearbeitung schwer
- Fertigung einer Welle
- Video zur exemplarischen Herstellung eines Fräsbauteiles
- Prüfgerechte Bemaßung